

El confort térmico en la arquitectura vernácula de la Parroquia Chuquiribamba, Ecuador

Thermal comfort in the vernacular architecture of the Chuquiribamba Parish, Ecuador

O conforto térmico na arquitetura vernacular da Paróquia de Chuquiribamba, Equador

DOI: <https://doi.org/10.18861/ania.2023.13.2.3455>

Arq. Giovanni Daniel Jumbo Jiménez

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

gjumbojimenez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7103-0480>

Arq. Karina Monteros Cueva

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

kmonteros@utpl.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1198-3682>

Recibido: 11/05/2023

Aceptado: 11/07/2023

Cómo citar:

Monteros Cueva, K. (2023). El confort térmico en la arquitectura vernácula de la Parroquia Chuquiribamba - Ecuador. *Anales De Investigación En Arquitectura*, 13(2). <https://doi.org/10.18861/ania.2023.13.2.3455>

Resumen

La arquitectura vernácula de Chuquiribamba responde a las condiciones climáticas del lugar, ligada al uso de tierra transformado en adobe, tapial y bahareque, en donde destaca la práctica y transmisión de saberes ancestrales constructivos que han pasado de generación en generación. Como resultado, la parroquia presenta una arquitectura sencilla que a la vez se integra al paisaje natural, siendo este uno de los aspectos considerados para que el sitio sea declarado como Patrimonio Nacional del Ecuador. Pese a ello, se sigue dejando de lado este tipo de construcción para optar por nuevas edificaciones con otros materiales desconociendo los beneficios térmicos que pueden presentar. El objetivo de este estudio, fue evaluar aspectos bioclimáticos usados intuitivamente en cuatro tipologías de vivienda en un sitio de clima frío- templado a través del análisis de sus condiciones de diseño y de su ubicación respecto a aspectos ambientales, que son correlacionados con la aplicación de softwares de simulación térmica, que permitan reconocer los beneficios del uso del material.

Palabras clave: arquitectura bioclimática; arquitectura vernácula; consideraciones de diseño; simulación térmica.

Abstract

The vernacular architecture of Chuquiribamba responds to the climatic conditions of the place, linked to the use of earth transformed into adobe, mud and wattle and daub, where the practice and transmission of ancestral constructive knowledge that has passed from generation to generation stands out. As a result, the parish presents a simple architecture that at the same time is integrated to the natural landscape, being this one of the aspects considered for the site to be declared as National Patrimony of Ecuador. In spite of this, this type of construction continues to be left aside in favor of new buildings with other materials, ignoring the thermal benefits they can provide. The objective of this study was to evaluate bioclimatic aspects used intuitively in four housing typologies in a cold-temperate climate site through the analysis of their design conditions and their location with respect to environmental aspects, which are correlated with the application of thermal simulation software, allowing to recognize the benefits of the use of the material.

Keywords: earth construction; bioclimatic architecture; design considerations; thermal simulation.

Resumo

A arquitetura vernácula de Chuquiribamba responde às condições climáticas do lugar, ligadas ao uso da terra transformada em adobe, taipa e pau a pique, onde se destaca a prática e a transmissão de conhecimentos ancestrais de construção que foram passando de geração em geração. Como resultado, a paróquia tem uma arquitetura simples que, ao mesmo tempo, se integra na paisagem natural, sendo este um dos aspectos considerados para que o local seja declarado Patrimônio Nacional do Equador. Apesar disso, este tipo de construção continua a ser deixado de lado em favor de novos edifícios com outros materiais, ignorando os benefícios térmicos que podem oferecer. O objetivo deste estudo foi avaliar os aspectos bioclimáticos utilizados intuitivamente em quatro tipologias de habitação num local de clima frio-temperado, através da análise das suas condições de conceção e da sua localização em relação aos aspectos ambientais, que são correlacionados com a aplicação de software de simulação térmica, permitindo reconhecer os benefícios da utilização do material.

Palavras-chave: arquitetura bioclimática; arquitetura vernacular; considerações de design; simulação térmica.

Introducción

Para Contreras y Contreras (2017) la Arquitectura vernácula se define como el proceso de creación de Arquitectura, sin la necesidad de un arquitecto, siendo este un proceso instintivo que resuelve la necesidad de vivienda con actividades propias de su entorno. El interés por este tipo de arquitectura no está claro, para Guerrero (2010) el origen lo estableció William Gilpin en 1748 en el libro *Un dialogo sobre los jardines* en donde se hace la primera defensa de esta Arquitectura, pero es solo hasta la segunda mitad del siglo XVIII cuando se manifiesta una atención especial a esta forma popular de construir, resaltando su sostenibilidad.

Esta inclinación obedecía, por una parte, a la búsqueda de definición de “estilos propios” a la luz de las nuevas tendencias nacionalistas surgidas en todo el mundo, posterior a la Ilustración, y por otro lado, se da como respuesta a la aparición de materiales de origen industrial, que eran vistos como amenaza a la deshumanización de la Arquitectura (Guerrero, 2010). Mientras que en el año 1950, el término vernáculo se lo vincula a la teoría de la arquitectura (Chaos, 2015). No es sino hasta el año 1999, que con el afán de legalizar estas construcciones como patrimonio, el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), a través de la (Carta Del Patrimonio Vernáculo Construido, 1999) enfatizó su importancia como expresión de identidad de un pueblo (Contreras y Contreras, 2017) Es a partir de esta fecha cuando se integran las bondades ecológicas de algunos sistemas constructivos que, para Celis D’Amico (2000), se enfocan a dar puntuales soluciones constructivas basadas en estrategias de ubicación, orientación e implantación en el territorio, copiadas de modelos muchas veces poco ajustados a la realidad.

Los primeros estudios sobre el tema, están dirigidos a entender a la Arquitectura bioclimática como un aporte al ahorro energético, ampliando actualmente su análisis

a la interacción del sistema constructivo con el entorno natural (Celis D’Amico, 2000).

La pérdida de conocimientos ancestrales, la falta de mano de obra calificada, así como la aplicación de nuevas tecnologías han vuelto vulnerables a las edificaciones vernáculas. En Ecuador, cada pueblo presenta sus propias características que responden al piso climático en donde se asientan; al contar con cuatro regiones, las respuestas arquitectónicas varían en cuanto a disposición, distribución y materialidad. En la región interandina, la arquitectura tradicional se distingue por su planta rectangular, muros de tierra, techos inclinados, y el uso de espacios exteriores para cosecha o crianza de animales (Torres, 2009). Los estudios relacionados con esta arquitectura centran su esfuerzo en caracterizar la tierra en sus diferentes sistemas constructivos, clasificar tipologías (Supic, 2018), analizar su influencia (García *et al.*, 2021), medir el confort térmico (Moscoso-Cordero, 2010) y por otro lado la aplicación de softwares de simulación que permiten analizar las condiciones

térmicas que parten del diagrama de Olgyay (1963). Sin embargo, es necesario complementar estas mediciones técnicas con el análisis de los elementos arquitectónicos que presentan para contar con una evaluación integral. Para ello, la interrogante que surge es ¿Cómo la orientación y materialidad de las viviendas siguen un patrón decisivo en la conservación del confort térmico del sistema constructivo en tierra?

Para el presente estudio se ha considerado la arquitectura vernácula de la parroquia Chuquiribamba, reconocida como patrimonio cultural del Ecuador debido a que mantiene tradiciones constructivas y modos de vida casi intactos. Sin embargo, cada vez su arquitectura es menos valorada dejando de lado este saber ancestral. Debido a ello, esta investigación propone evaluar la validez y vigencia de su arquitectura a través de software de simulación para determinar los beneficios térmicos y correlacionar aspectos bioclimáticos utilizados intuitivamente a través del análisis de sus condiciones de diseño, uso de elementos arquitectónicos dentro y fuera

de la vivienda, y la vinculación con aspectos naturales del entorno que puedan influir en su comportamiento térmico.

Estado de la cuestión

La Arquitectura bioclimática: ensayo- error en construcciones de tierra

La arquitectura bioclimática se caracteriza por aprovechar los recursos renovables como el sol, el viento y la lluvia a través de estrategias que ayudan a mejorar la calidad de la vivienda y del ser humano dotando de espacios óptimos y proporcionados complementando con la calidad de los materiales (Guerrero, 2006). Se deben considerar estrategias bioclimáticas, seleccionando correctamente la forma de la vivienda, su orientación, la distribución de los espacios de acuerdo a las actividades del usuario y el uso correcto de los materiales, para adaptarlo al clima

del sitio (Bestraten et al. 2011). La arquitectura vernácula consideraba un sistema constructivo optimizado para conseguir confort térmico al interior de las edificaciones, de manera que existía una relación entre el ambiente exterior y el grosor de muros, tipo de cubierta, formas de iluminación y ventilación, materiales usados y clima. Para Garzón “se puede decir que gran parte de la Arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos, en el tiempo en que las posibilidades de climatización artificial eran escasas y costosas” (2021, p. 16). Las edificaciones construidas en tierra funcionan con un sistema constructivo portante que les condiciona a tener pocos vanos de puertas y ventanas, de manera que sus muros funcionan como envolvente que acumulan ganancia térmica, por ello en climas frío- templados son la mejor opción constructiva.

Cuando algún elemento constructivo dejaba de funcionar, se lo reemplazaba por otros que sean más eficaces que debían ser usados en posteriores construcciones (Peñaranda, 2011). Algunas estrategias han sido aplicadas a lo largo de la historia como: orientar las ventanas al sur en climas fríos, seleccionar los mejores materiales para que ofrezcan adecuadas condiciones térmicas, aplicar el diseño de formas, proponer galerías o corredores, entre otras, han sido probadas hasta llegar a su optimización (Morillón, 2012).

En Ecuador, el uso del sistema constructivo en tierra es el más usado en la sierra, al respecto el historiador Federico González Suárez define que “Las casas se construían ordinariamente de tierra en las poblaciones interandinas, empleando como material de construcción para las paredes el adobe, al que le sabían dar consistencia mezclando y amasando el barro con paja” (1890, p. 85), además, se pueden encontrar diferentes tipologías arquitectónicas y constructivas que responden a la altitud donde se asientan (Correa, 2008).

Aspectos del ecosistema para conseguir estándares de confort

La arquitectura bioclimática se diseña sobre la base de la condicionante que es el clima, por ejemplo en una zona cálida, lo que se busca a través de estrategias es la ventilación natural, la protección solar y enfriamiento por medio de los materiales, manteniendo a la vivienda dentro del rango de confort establecido por normas internacionales o desarrollando un propio rango conforme al clima local. Mientras que, en una zona fría, se emplean estrategias que ayuden a la ganancia solar con una óptima orientación de la vivienda y el uso de materiales de gran beneficio térmico, lo que genera una calefacción por ganancia interna mediante el calor radiante que emiten los electrodomésticos. Estas prácticas bioclimáticas son de tipo pasivo y se pueden determinar con la ayuda de diagramas bioclimáticos (Gonzalo, 2015). Sin embargo, el diseño debe considerar aspectos complementarios como el análisis de “temperatura del aire, la velocidad del viento

y la humedad relativa, y otros aspectos específicos internos como la actividad física desarrollada, tipo de vestimenta o el metabolismo de cada individuo” (Mendoza Vela et al., 2020, p.13)

El emplazamiento y contexto influyen también, así en zonas rurales el viento puede ser modificado en su velocidad y dirección por la presencia de factores naturales del medio (Therán Nieto, 2019). Por consiguiente, existen parámetros adicionales que lo alteran, con ello, puede aumentar y variar según la altitud, la topografía y condición de la superficie (Ugarte, 2009). Estas condiciones del viento pueden analizarse desde diferentes aspectos como la velocidad, dirección, variabilidad temporal, la afectación que puede tener por la presencia de turbulencias o calmas, en relación a las condiciones geográficas locales, así como por la presencia de algún tipo de barrera natural o artificial. Otro aspecto a tomar en cuenta es la optimización de las condiciones lumínicas naturales, que según Ugarte (2009) varían en función del día, clima, grado de polución,

si el cielo está abierto o despejado y por otro lado, la orientación de la vivienda, su materialidad y disposición de vanos, lo que conlleva a producir microclimas a través de la absorción de calor de los muros que constituyen el elemento separador entre el clima exterior e interior. La temperatura del aire puede afectarse positiva o negativamente por diferentes condiciones físicas y naturales como los cambios de las estaciones invernales -que además influyen también en el clima del lugar-, la lluvia, neblina e incluso la nieve conllevan a percepciones de humedad consideradas como vapor de agua en el gas, que pueden expresarse en diferentes magnitudes (Therán Nieto, 2019). Bajos estas premisas, son varios los aspectos a considerar para evaluar el comportamiento bioclimático de una edificación, que necesariamente va a ser flexible y adaptable a cada situación. Para este estudio, se considera un clima templado-frío, con un sistema constructivo en tierra usado como saber ancestral en una población de raíces indígenas, en donde se evaluará su confort térmico.

Caso de Estudio: La parroquia Chuquiribamba

La parroquia de Chuquiribamba (Figura 1), está ubicada al sur del Ecuador en la provincia de Loja y al Noroeste del cantón del mismo nombre. Presenta un clima mesotérmico semi húmedo debido a encontrarse a 2.725 metros sobre el nivel del mar. El relieve rocoso representado por las cordilleras Santa Bárbara y Santo Domingo hacen del sitio un lugar de contrastes. Por un lado, el área de consolidada en donde se mantiene intacta su arquitectura vernácula en tierra, con poca o ninguna alteración formal o constructiva. Y por otro lado, el paisaje natural que lo rodea, en donde la acción del hombre es casi imperceptible.

El área consolidada (Figura 2) está asentada sobre un sector irregular en donde el trazado de sus vías y arquitectura se adapta a la topografía presente. Las tipologías más representativas son las viviendas con portal y sin portal, de uno y dos pisos presentando una morfología urbana homogénea (Acevedo, 2010).

Las edificaciones son construidas en adobe principalmente, también usan el tapial, mientras que el bahareque es empleado como tabique divisorio. Formalmente presentan asimetría en la disposición de puertas y ventanas, emplean madera en la estructura de cubierta y carpinterías. Algunas viviendas implantadas en terrenos con pendiente negativa, generan un subsuelo, que es usado para bodega o crianza de animales (Pacají *et al.*, 2015).

Metodología de Análisis

Para la selección y análisis de viviendas se usó el método de observación, que permitió identificar las tipologías relevantes (Monteros, 2016) mediante la ayuda de softwares de simulación térmica como el Design Builder más un archivo climático del sitio. Se procedió a evaluar el comportamiento de los espacios principales de las

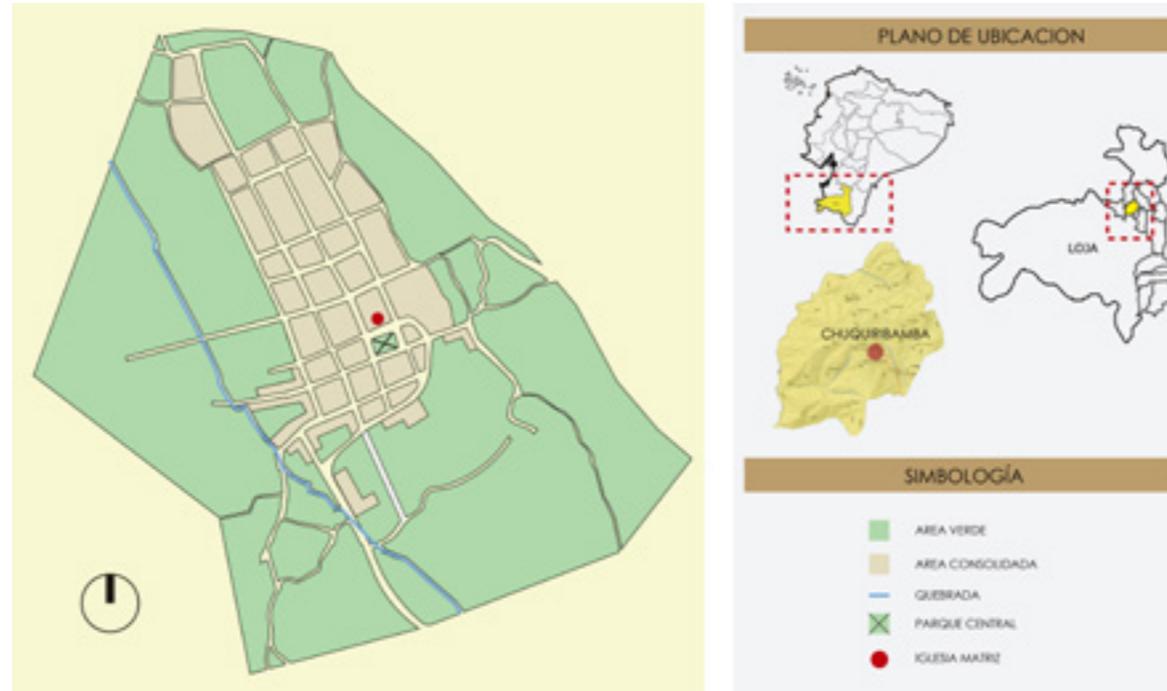


Figura 1. Ubicación de la parroquia de Chuquiribamba.



Figura 2. Morfología del centro urbano de Chuquiribamba, las edificaciones presentan igualdad de altura, materiales, texturas y colores.

viviendas de forma cuantitativa para determinar qué tipología presenta mejores condiciones de confort de quienes habitan la vivienda. Posteriormente, se identificaron elementos arquitectónicos propios y cada tipología para comparar sus atributos.

Para este proceso se seleccionaron cuatro tipologías de viviendas en uso (Figura 3), todas protegidas por el Instituto Nacional del Patrimonio Cultural (INPC) ubicadas en el núcleo consolidado de la parroquia, con poca o ninguna modificación, con una orientación de fachada diferente para determinar el comportamiento térmico respecto al recorrido solar y vientos predominantes.

Cada vivienda se analizó independientemente, después de haber realizado su levantamiento 3D, con ayuda de software de modelado y de simulación térmica con los datos climáticos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) con la ayuda del software Meeonorm se ingresaron datos de temperatura del aire, temperatura mínima, humedad relativa, precipitaciones, velocidad de viento y completando algunos datos faltantes como radiación global y difusa, días con lluvia, temperatura máxima/mínima por hora (Maros & Juniar, 2016). Estos datos convertidos en EPW que son archivos de datos que arroja el EnergyPlus, pudieron ser ingresados en los softwares de Climate Consultant que trabajan en conjunto con el ASHRAE 55, el cual brinda varias estrategias y gráficos que ayudan a conocer los rangos de temperatura, iluminación, diagrama psicrométrico representado en horas, aplicando las pautas de zonificación que plantea el diagrama de Givoni. Finalmente, se aplicó el programa Design Builder para evaluar el confort y comportamiento térmico en función de las variables según la tipología.

Una vez simuladas térmicamente, se procedió a realizar el análisis cualitativo por tipología de su materialidad, elementos arquitectónicos, orientación para determinar



Figura 3. Tipología V1 (un piso sin portal), Tipología V2 (un piso con portal), Tipología V3 (dos pisos sin portal), Tipología V4 (dos pisos con portal y soportal).

su relación o no en la incidencia de confort térmico, para determinar correlaciones.

Caracterización de las tipologías

Tipología V1- V2

La tipología V1 (Figura 4) corresponde a la vivienda de un piso, adosada, sin portal, carece de ventanas cuya función de ventilación la cumplen las puertas, está construida en adobe y cubierta de teja soportada en una estructura de madera, presenta pisos del mismo material. Tiene dos accesos, uno hacia una sala común y el otro hacia los espacios habitables, cocina y dormitorios. Mientras que la tipología V2 se diferencia de la anterior por presentar un portal frontal.

Tipología V3- V4

a tipología V3 (Figura 5) es de dos plantas sin portal, construida con adobe, presenta balcones que sobresalen del muro en segunda planta, tiene decoración modular en las puertas, fachada sencilla sin decoración, con predominio de lleno sobre vacío. El balcón y los balaustres son de madera, del mismo ancho que la puerta. Presenta dos accesos, uno principal de dos hojas, que accede a la sala común, cocina y patio, y el otro acceso más pequeño de una hoja que permite el ingreso directo a la escalera. Mientras que la tipología V4 presenta un portal o galería en planta baja y soportal en planta alta, el cual fue parcialmente cerrado con tabiques de bahareque creando los dormitorios. La madera es usada no solo en las carpinterías: puertas, ventanas, canecillo, balaustres, sino además en la estructura de entrepiso y cubierta.

La cimentación de todas las viviendas es corrida, de una o dos hiladas de piedra para proteger los muros del agua. Los pisos en la planta alta son de tablón de madera al igual que en la planta baja, aunque algunas edificaciones

presentan suelo natural en la cocina, bodegas o espacios de crianza de aves de corral. Los revestimientos de los muros se realizan con el revoque que es una mezcla entre paja y barro, el empañetado que es la mezcla de arcilla y estiércol y finalmente el encalado o capa de pintura.

Evaluación y análisis térmico

Según la Normativa Ecuatoriana (NEC) capítulo 13 (Eficiencia Energética en la Construcción) el rango de confort lo considera entre los 18 a 26°C y del 40 al 60% de humedad relativa. Chuquiribamba al tener un clima frío, se adaptó al Climograma de Bienestar Adaptado de González (2000), determinando un rango de confort entre 17,5 a 22,5°C. Para obtener los resultados de la evaluación y simulación térmica de edificaciones (Design Builder) se complementó con un archivo climático del sitio de manera anual y mensual, considerando los meses de solsticios y equinoccios; junio (verano), diciembre (invierno), marzo y septiembre (equinoccios) y por último se analizaron los resultados del día 22 del mes de junio y diciembre del año 2020 que son los días cuando el sol llega a su cenit. Primero, se hizo un análisis de manera general de la vivienda y posteriormente en las zonas habitables. Para efectos del presente manuscrito se presentan las gráficas anuales.

Evaluación térmica Tipología V1 y V2

Para esta evaluación no se considera la influencia de la luz solar que está relacionada con las pocas ventanas que presentan las viviendas. La tipología V1, presenta temperaturas promedio interiores entre los 15 a 24°C y una humedad relativa interna que va desde 35 al 75%

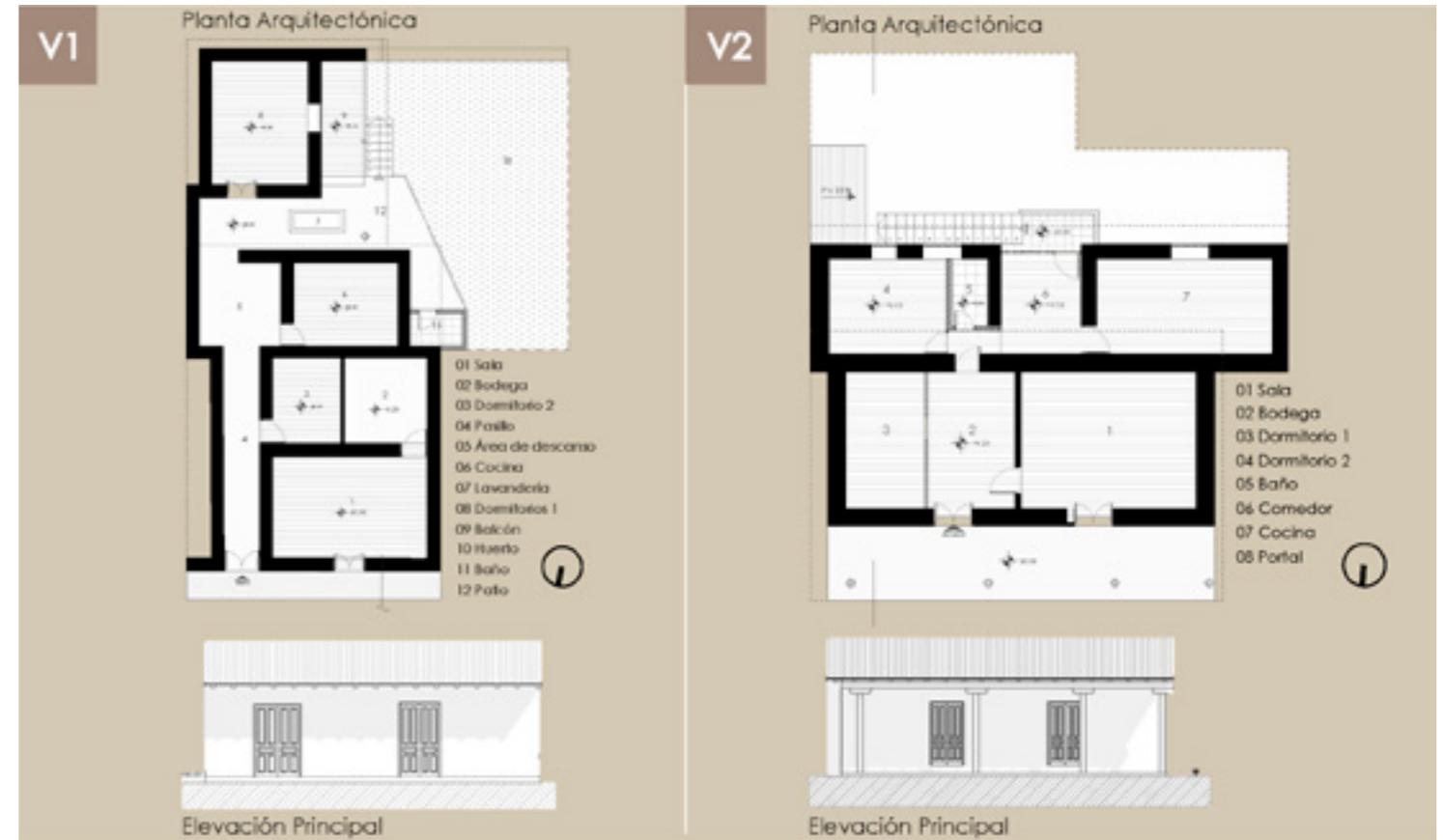


Figura 4. Tipología V1 (un piso sin portal), Tipología V2 (un piso con portal).

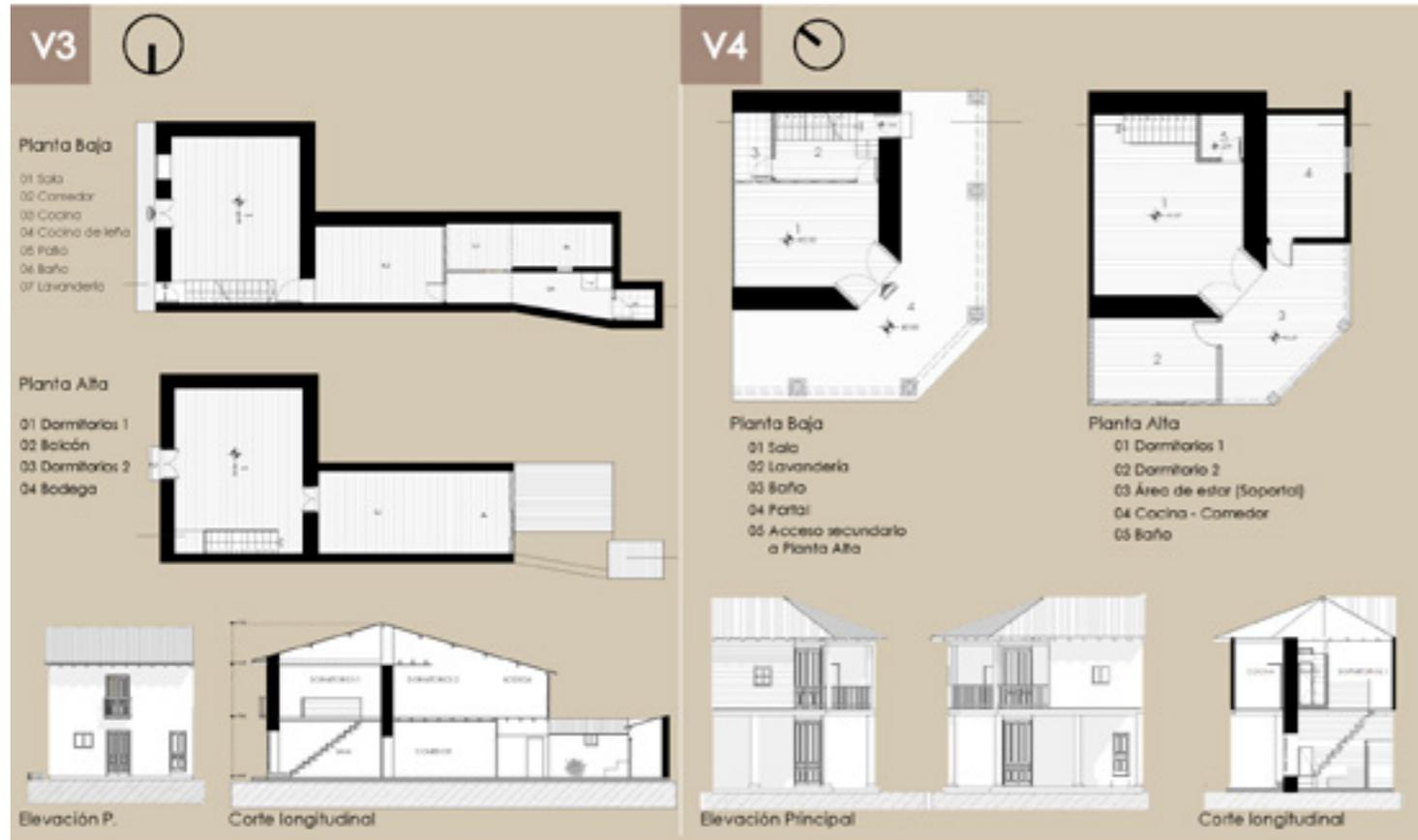


Figura 5. Tipología V3 (dos pisos sin portal), Tipología V4 (dos pisos con portal y soportal).

comparando con las temperaturas promedio de aire seco del exterior que van desde los 11 a 15°C de manera anual. La tipología V2, presenta temperaturas promedio interiores entre los 16 a 22°C y una humedad relativa interna entre el 38 al 78%. Las dos tipologías están dentro del rango de la normativa, de temperatura interior y humedad relativa, por lo que cumplen con la norma estándar de confort (Figura 6 a y b).

Evaluación térmica Tipología V3 y V4

La tipología V3, presenta temperatura promedio interior entre 15 a 22°C y una humedad relativa interna que va desde 38 al 76%. La tipología V4 presenta temperaturas promedio interiores que fluctúan entre los 13 a 23°C y una humedad relativa interna desde 38 al 76% (Figura 7 a y b).

Resultados de simulación térmica

La tipología V1 presentó una temperatura interna en la mayor parte del año entre 16°C a 23,5°C mientras que la humedad relativa obtuvo el mayor registro de 70% y el menor de 45%, pero presentó gran parte del año entre 40 al 60%. La tipología V2 presentó una temperatura de aire interior mínima de 16°C y una máxima de 22°C, en cuanto a la humedad relativa interior varió entre el 40% y 77% anualmente. En general las viviendas se encuentran dentro de los límites de zona de confort.

Para la tipología V3, la temperatura del aire interior mínima fue de 15°C y máxima de 22,2°C. En tanto a la humedad relativa interior fluctuó entre el 39% y 78% anualmente, estando dentro de los límites de la zona de confort en mayor porcentaje. Mientras que la vivienda V4 la temperatura del aire interior mínima registrada fue de 14°C y máxima de 23,8°C, en cuanto a la humedad relativa interior varió entre

el 40% y 83% anualmente. En general la vivienda por su tipología y orientación dificulta su confort interior.

A continuación, se evaluó el total de horas de desconfort que presentan las edificaciones, para lo cual se evaluaron espacios interiores (Tabla 1). Según el rango del climograma de confort, se determinó en porcentaje las horas que están por debajo de los 17°C o por encima de los 23°C establecidos. (Tabla 1)

De acuerdo al análisis, la tipología que mejor presenta condiciones de confort es la tipología V1 (de un solo nivel) con el 11,25 % que representa 985,5 horas de condiciones no confortables en todo el año. En cambio, en las tipologías de dos pisos, la vivienda que presentó mejores condiciones de bienestar fue la tipología V3 con el 23,8 % que representa 2084,2 horas en todo el año.

Resultados de correlación

Materiales usados en su construcción

De los 192 inmuebles inventariados como patrimoniales, 28 presentan portal, 26 portal y soportal, mientras las restantes no lo tienen, siendo dominante el uso de adobe en sus muros (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2012). La condición de adosamiento es lo que más influye en la conservación del confort interno junto con sus muros de tierra que van desde los 45 cm a 70 cm de ancho, lo que les permite acumular ganancia térmica, sumado a la presencia de una cubierta de teja sobre estructura de madera y un tendido de carrizo más mortero de barro, generan un espacio de amortiguamiento que permite captar calor durante el día y liberarlo en la noche (Tabla 2).

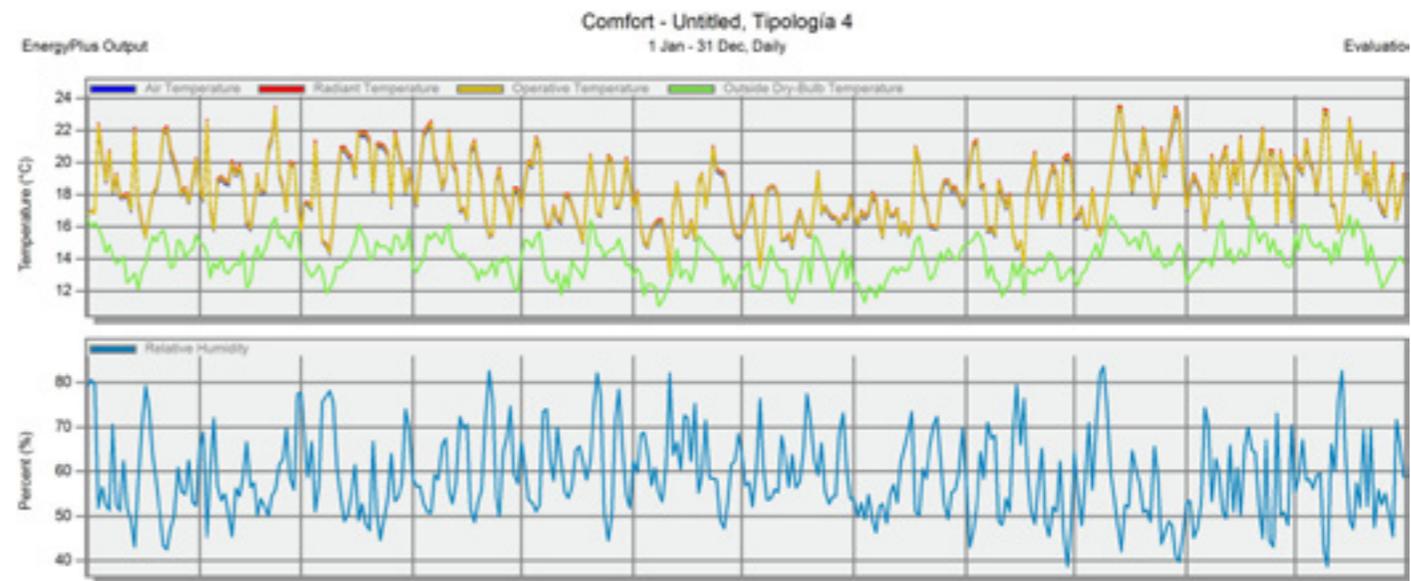
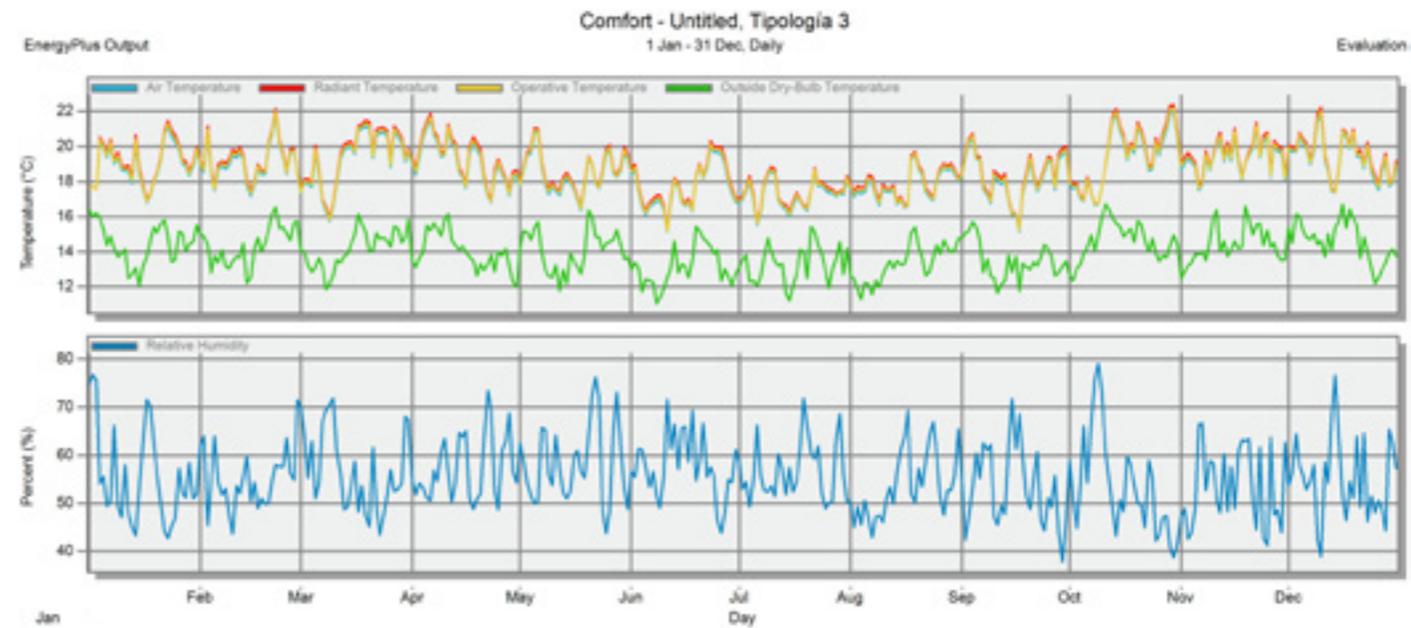
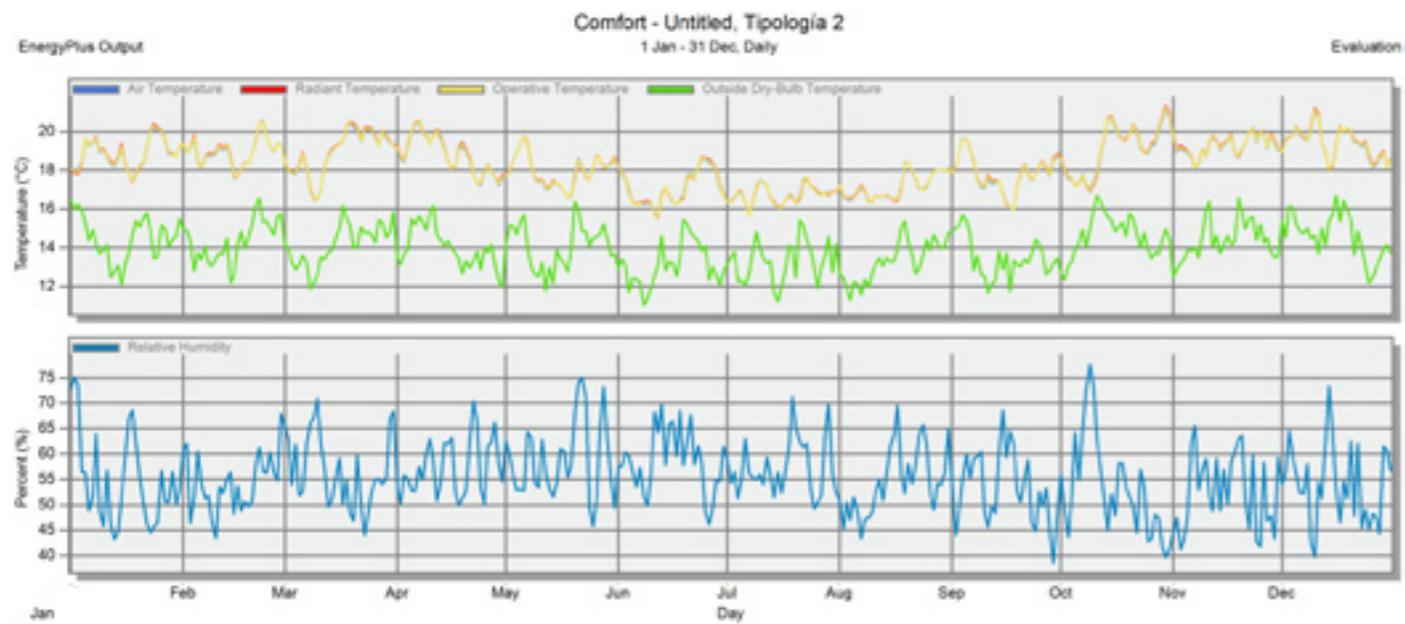
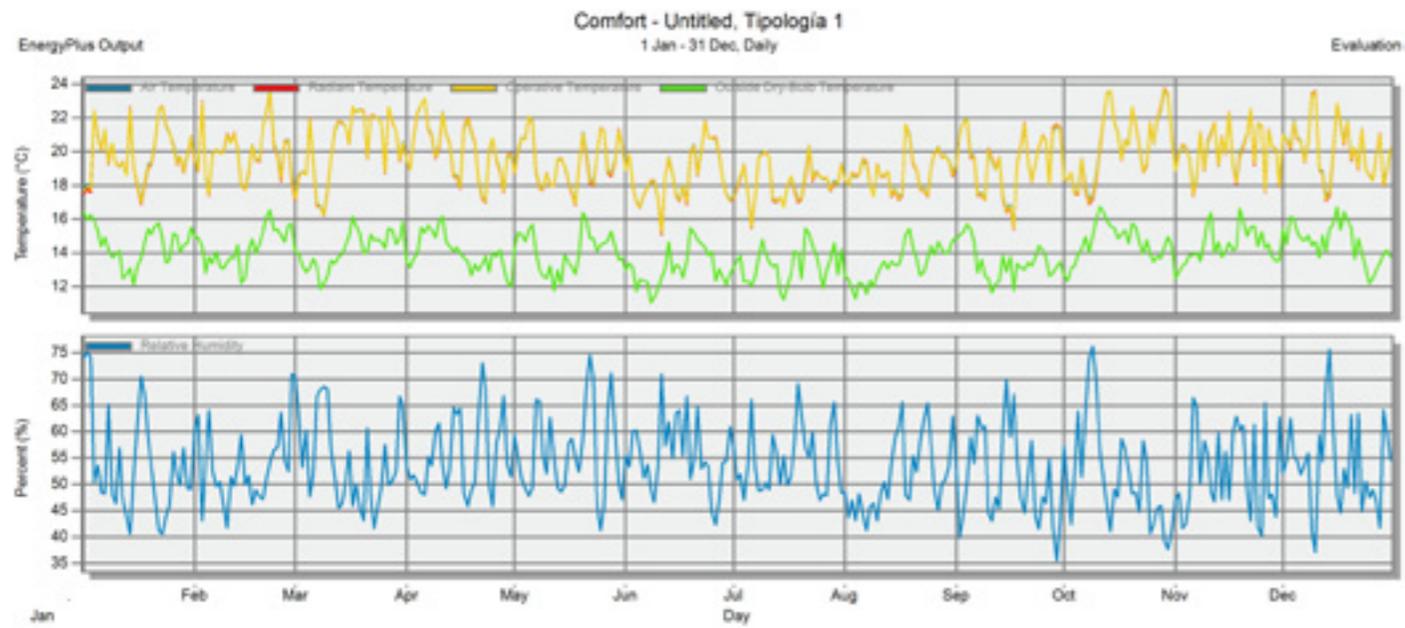


Figura 6. Temperatura del aire, radiante y humedad relativa interna diaria en todo el año en las tipologías V1 y V2 con la aplicación de DesignBuilder.

Figura 7. Incidencia de viento y sol en las cuatro tipologías.

Orientación y vientos

De acuerdo al análisis de la evaluación térmica son las tipologías V1 y V3 las que presentaron mejores condiciones de confort térmico respecto a las tipologías V2 y V4, las cuales tienen diferentes orientaciones que dieron menores condiciones de confort (Tabla 3)

Dentro de las diferencias para conseguir mayor confort térmico en la tipología V1 y V3 están principalmente la ausencia de portal y soportal, la incidencia del viento, y la altura de edificaciones, lo cual repercute en la conservación de calor en su interior. Las viviendas deben estar protegidas de vientos fuertes, que en el caso de estudio van en dirección de sur a norte, debido a que las cuatro tipologías están emplazadas en el área consolidada de la parroquia, su condición de adosamiento impidió su incidencia directa, con excepción de espacios descubiertos o semicubiertos como son el portal- soportal, patio o huerto. (Figura 8)

De acuerdo a este análisis, en la tipología V1 incide el sol en los meses de abril a agosto porque tiene una inclinación leve al norte, por lo que el muro de la fachada principal recibe la radiación directamente, pero no en el resto del año, entonces acumula el calor de manera indirecta por sus muros usando la cubierta para disiparla durante la noche, lo que le permite tener un ambiente cómodo en la sala. La mayor iluminación recibe la cocina, el comedor, baño y el dormitorio, cuando en los meses de octubre a febrero el sol está inclinado hacia el sur. Mientras la tipología V2, recibe iluminación y ventilación a través de las puertas principales, pero el portal al ser un elemento de protección solar impide a los muros tener una adecuada radiación solar.

La tipología V3 tiene su fachada orientada al este presentando estabilidad térmica hacia el interior, al

Ambiente	Tipología V1	Tipología V2	Tipología V3	Tipología V4
Sala	8,70%	37,60%	9,60%	58,10%
Comedor	10,60%	19,05%	32,20%	54,30%
Dormitorio1	23,30%	35,50%	24,30%	42,02%
Dormitorio 2	1,40%	19,70%	29,10%	58,60%
Promedio	11,25%	27,96%	23,80%	53,25%

Tabla 1. Análisis de ambientes por tipología. Nota: Para el cálculo se consideró al valor máximo de horas correspondiente al 100%, la distribución de horas de desconfort de forma anual en porcentaje, es decir el porcentaje total de horas de un año en que el usuario se siente incómodo térmicamente en el interior de la vivienda.

ser una tipología alargada pierde iluminación hacia la franja central. La presencia del patio posterior permite el ingreso de iluminación hacia los espacios habitables. Esta es una tipología muy ventajosa debido a que por la mañana los muros de fachada reciben directamente la radiación solar convirtiéndose en muros acumuladores en el día y disipadores en la noche en dormitorios y sala principal, mientras que en la tarde es el muro lateral el que lo recibe, se suma el patio que permite el ingreso de iluminación y ventilación hacia la cocina y a una bodega.

La tipología V4 tiene sus fachadas orientadas hacia el sur y oeste, en planta baja presenta una puerta principal a una sala, con orientación sur-oeste y por ende, recibe una deficiente iluminación y prácticamente nada en la zona húmeda. Así mismo, los muros captan poca energía solar debido a la presencia del portal. La planta alta hay mayor manejo de iluminación hacia los espacios habitables por la presencia del soportal, pero recibe mayor ventilación lo cual no es recomendable en este tipo de clima, debido a que se pierde la poca ganancia

Elementos	Tipología 1	Tipología 2	Tipología 3	Tipología 4
Pared Planta baja	Tapial/bahareque	tapial/bahareque	tapial/adobe	tapial
Pared Planta alta			tapial	tapial /madera
Pared divisoria			tabique madera	tabique madera
pilares (portal-soportal)		madera		madera
vigas	madera	madera	madera	madera
cielo raso	entablado madera	entablado madera	entablado madera	entablado madera
estructura cubierta	madera	madera	madera	madera
cobertura cubierta	teja artesanal	teja artesanal	teja artesanal	teja artesanal
piso interior	entablado madera	entablado madera	entablado madera	entablado madera
piso exterior	hormigón simple	hormigón simple	hormigón simple	hormigón simple
puertas	madera	madera	madera	madera
ventanas y contraventanas	madera	madera	madera	madera
escalera			madera	madera
balcón			madera	

Tabla 2. Materiales de elementos constructivos de las viviendas.

Condiciones de diseño	Tipología 1	Tipología 2	Tipología 3	Tipología 4
Orientación de fachada	norte	norte	este	sur y oeste
Orientación dormitorios	oeste	sur	este	sur
Orientación cocina	oeste	sur	sur	sur
Emplazamiento	adosada	adosada	adosada	adosada /esquina
vientos dominantes	muros delimitante oeste	fachada posterior	muro delimitante sur	muro sur-oeste
Huerto /Patio	oeste	sue	norte	no posee
elementos arquitectónicos				
Portal	No tiene	2,50m ancho, 3,00 altura	No tiene	2,70m ancho, 3,20 altura
Soportal	No tiene	No tiene	No tiene	2,70m ancho, 2,70 altura
Alero de Cubierta	1,2 m	0,6 m	1 m	1 m

Tabla 3 Disposición de ambientes respecto a orientación, vientos y presencia de elementos arquitectónicos protectores.

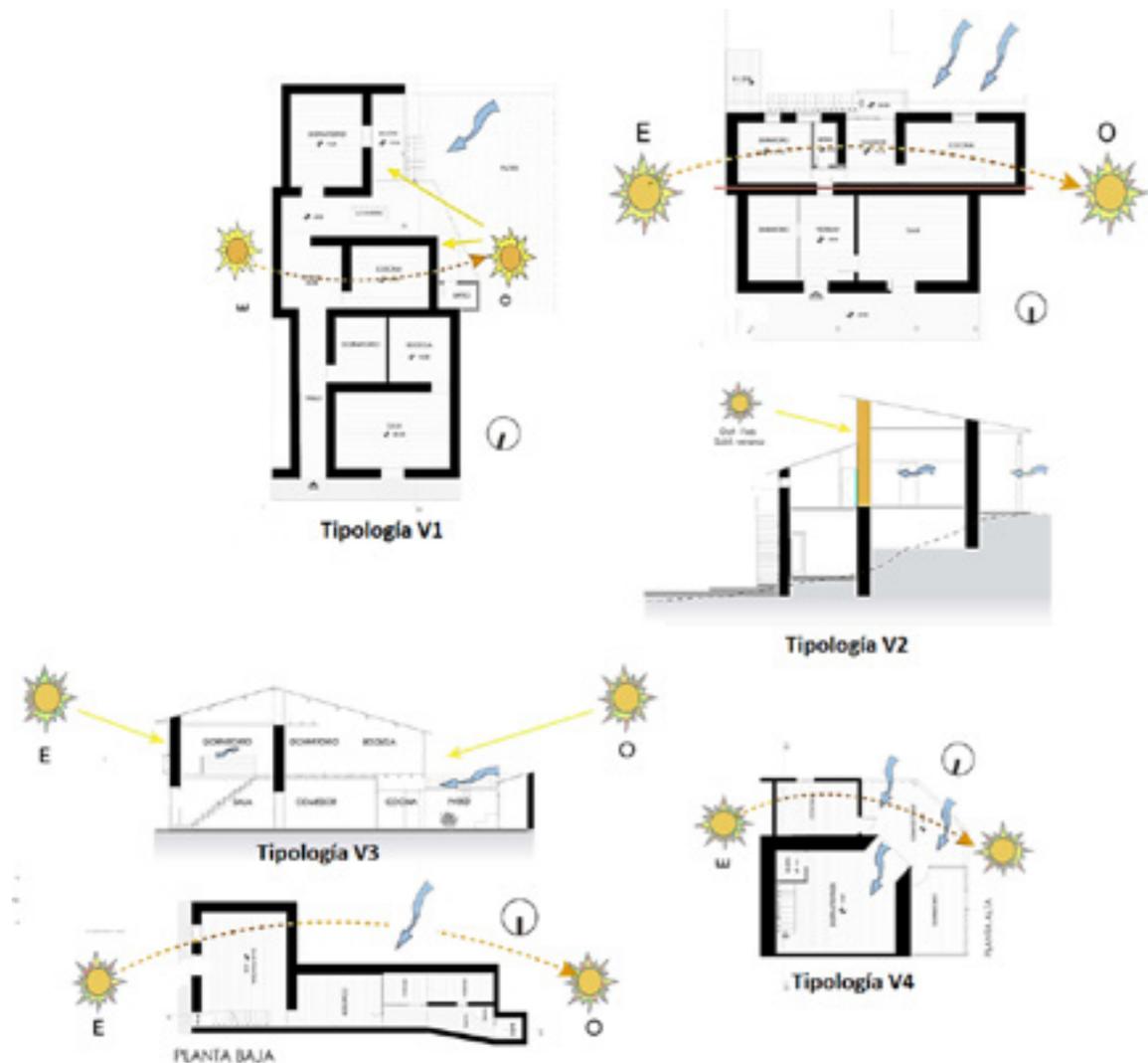


Figura 8. Tipología V1 (un piso sin portal), Tipología V2 (un piso con portal), Tipología V3 (dos pisos sin portal), Tipología V4 (dos pisos con portal y soportal). Fuente: Los autores

de calor en la parte central (dormitorios), además los muros no pueden captar ni acumular energía por estar obstruidos por la cocina y el dormitorio secundario, pero al estar adosada en ambos lados es poco confortable térmicamente.

Conclusiones

Las gráficas del comportamiento térmico del sistema constructivo en tierra que resultan de de la aplicación de los softwares, demuestran que los muros portantes de adobe funcionan como una envolvente que se adapta adecuadamente a las condiciones de confort del clima frío - templado de la parroquia, debido a la incidencia de la inercia térmica que almacena el material por su espesor, combinación de materiales, disposición de espacios, uso de elementos arquitectónicos de protección, que resultan ser estrategias combinadas que se pueden replicar en las adecuaciones o nuevas edificaciones en pisos térmicos similares.

Las viviendas de la parroquia siguen la tradición constructiva de realizar muros anchos, producto de la doble hilera de adobes para conseguir muros portantes con un diseño muy geométrico, el uso de corredores porticados y pocas ventanas. Por lo tanto, presentan mejores condiciones internas de bienestar, siendo mejor evaluadas aquellas viviendas que no presentan portal, pero presentan patio o huerto como el principal espacio de iluminación (V1 y V3). Debido a que el portal y soportal, tiene una función de circulación y de espacio de permanencia e interacción social, constituye un elemento de protección para la radiación solar y efecto de vientos, sumándose también la presencia de muros ciegos orientados hacia el sur, lo que evita el ingreso de vientos fríos a través de vanos.

Las tipologías V1 y V3 no presentan portal, por esta razón sus muros están más expuestos a la radiación directa del

sol, y por ser de tierra, presentan óptimas condiciones con respecto al clima frío presente en todo el año en la parroquia. Las viviendas vernáculas pueden servir de modelos de vivienda ecológica en cuanto a su adaptación al entorno natural y construido, a lo que se debe agregar estrategias pasivas del diseño bioclimático buscando la ganancia de calor a través de los materiales, la orientación de las fachadas directo a la radiación solar en base a un estudio del recorrido del sol. Conseguir la mejor ubicación de cada fachada permitirá aprovechar los rayos del sol en la mañana y evitar el sol de la tarde, así como ubicar los espacios de servicio como cocina, lavandería, baños, habitaciones pequeñas hacia el norte, mientras que hacia el sur se pueden ubicar los espacios comunes que serán de menor uso.

Respondiendo la pregunta planteada, en climas cambiantes como el de la serranía ecuatoriana, en donde en un día se pueden presentar oscilaciones de temperatura que van desde los 4°C a los 30°C en un día, se puede aprovechar a través del diseño y el uso de material esta concentración térmica. Estas condiciones de clima permitieron que se utilice este sistema constructivo en base de tierra desde el periodo colonial, siendo persistente en zonas rurales. De esta manera, futuros estudios deberán resolver el sistema estructural de las edificaciones, considerando que ésta ha sido la debilidad principal de los sistemas constructivos tradicionales.

En conclusión, hoy en día que es imperante que la labor arquitectónica sea respetuosa con el medio ambiente, la opción de construir con tierra tiene beneficios para el bioclima porque combina un sistema constructivo que es

de bajo costo, que al usar materiales renovables produce un bajo impacto ambiental, y que mediante la aplicación de estrategias de diseño puede regular el clima en el interior de las viviendas como se ha mostrado con las simulaciones.

Referencias

Acevedo, J. (2010). Expediente para la declaratoria del centro histórico en la cabecera parroquial Chuquiribamba del cantón Loja y su inclusión en la red de ciudades patrimoniales del Ecuador. In *Tesis*. Universidad Técnica Particular de Loja.

Bestraten, S., Hormías, E., y Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de La Construcción*, 63(523), 5–20. <https://doi.org/10.3989/ic.10.046>

Celis D'Amico, F. (2000). Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. *Boletín CF+S*, 0(27), 85–86. <http://polired.upm.es/index.php/boletincfs/article/view/2270/2352>

Chaos, M. (2015). La Arquitectura Vernácula como Importante Manifestación de la Cultura. *Arquitecturas Del Sur*, 33, 62–72.

Contreras, V., y Contreras, R. (2017). Algunas reflexiones sobre la “Arquitectura Vernácula.” *Cuadernos de Arquitectura*, 7(07), 67.

Correa, R. (2008). *Edificaciones con sistema constructivo en adobe. Determinación de Cálculo térmico para viviendas en la ciudad de Loja- Ecuador*. Universidad Nacional Autónoma de México.

García, J. C., Paredes, E. M., Velastegui, L., y Núñez, P. (2021). “La Tejería” Festival: influence on the vernacular architecture of Poaló. Píllaro. Ecuador. *Modulo Arquitectura CUC*, 27(27), 9–34. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.27.1.2021.01>

Garzón, B. (2021). *Arquitectura Bioclimática*. Nobuko.

González Suárez, F. (1890). *Historia General de la República del Ecuador*. Imprenta el Clero. <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcc2566%0A d>

Gonzalo, G. (2015). *Manual de arquitectura bioclimática y sustentable*.

Guerrero, L. F. (2006). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes*, 20, 182–201. [file:///C:/Users/javier/Downloads/arquitectura en tierra. javeriana.pdf](file:///C:/Users/javier/Downloads/arquitectura%20en%20tierra.%20javeriana.pdf)

Guerrero, L. F. (2010). La Herencia de la Arquitectura Tradicional. *Alarife*, 20, 8–26.

Carta del patrimonio vernáculo construido (1999), 1 (1999).

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2012). *Cabecera Parroquial de Chuquiribamba como Patrimonio Cultural de la Nación*.

Maros, H., y Juniar, S. (2016). La utilización del programa Meteonorm para generar la base de datos meteorológicos que requiere la adaptación del ENERGY-10 para la Argentina. *Acocyte*, 217(1405), 1–23.

Mendoza Vela, D., Castro Mendoza, C. I., & Mendoza Vela, P. A. (2020). Simulación y análisis del comportamiento térmico de una sala informática en una zona cálido-húmeda. *Tecnia*, 30(1), 12–21. <https://doi.org/10.21754/tecnica.v30i1.857>

Monteros, K. (2016). El patrimonio vernáculo edificado en poblaciones rurales con ascendencia indígena. La parroquia de Chuquiribamba, Loja - Ecuador. *Apuntes: Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies*, 29(1), 80–95.

Morillón, D. (2012). Edificación sustentable en México: Retos y Oportunidades. *Universidad Autonoma Nacional de Mexico*, 42.

Moscoso-Cordero, M. S. (2010). El adobe , sus características y el confort térmico. *Congreso Internacional Online Filosofía de La Sustentabilidad de Vivienda Tradicional “Transformando Comunidades Hacia El Desarrollo Local,”* 71–75. <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2016/filosofia/El-adobe-Moscoso.pdf>

Olgay, V. (1963). *Manual de diseño bioclimático para arquitectos*. Gustavo Gilli.

Pacají, G., Tapia, W., y Bustamante, I. (2015). tierra, sociedad, comunidad 15°. *Recuperación de Técnicas Constructivas Tradicionales de La Parroquia Chuquiribamba, Ecuador*, 1–9.

Peñaranda, L. (2011). Conservando Nuestro Patrimonio. Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional de Sucre. *Prahs*, 97. [http://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones coeditadas por AECID/Manual_de_Intervencixn_PRAHS.pdf](http://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20coeditadas%20por%20AECID/Manual_de_Intervencixn_PRAHS.pdf)

Supic, P. (2018). Vernacular architecture: A lesson of the past for the future. *Energy and Buildings*, 5(1), 43–54. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(82\)90027-5](https://doi.org/10.1016/0378-7788(82)90027-5)

Therán Nieto, K. R. (2019). Microclima Y Confort Térmico. *Módulo Arquitectura Cuc*, 23(1), 49–88.

<https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.04>

Torres, G. (2009). *La arquitectura de la vivienda vernácula*. Plaza y Valdés.

Ugarte, J. (2009). Guía de arquitectura bioclimática. *Instituto de Arquitectura Tropical*, 18.

Referencias de imágenes

Figura 1. Ubicación de la parroquia de Chuquiribamba. Fuente: Los autores

Figura 2. Morfología del centro urbano de Chuquiribamba, las edificaciones presentan igualdad de altura, materiales, texturas y colores. Fuente: Los autores

Figura 3. Tipología V1 (un piso sin portal, Tipología V2 (un piso con portal), Tipología V3 (dos pisos sin portal), Tipología V4 (dos pisos con portal y soportal). Fuente: Los autores

Figura 4. Tipología V1 (un piso sin portal), Tipología V2 (un piso con portal). Fuente: Los autores

Figura 5. Tipología V3 (dos pisos sin portal), Tipología V4 (dos pisos con portal y soportal). Fuente: Los autores

Figura 6. Temperatura del aire, radiante y humedad relativa interna diaria en todo el año en las tipologías V1 y V2 con la aplicación de DesignBuilder. Fuente: Los autores

Figura 7. Incidencia de viento y sol en las cuatro tipologías. Fuente: Los autores

Figura 8. Tipología V1 (un piso sin portal, Tipología V2 (un piso con portal), Tipología V3 (dos pisos sin portal), Tipología V4 (dos pisos con portal y soportal). Fuente: Los autores

Notas finales

Aprobación final del artículo:

Ma. Arq. Andrea Castro Marcucci, editora en jefe aprobó la publicación de este artículo.

Contribución de autoría:

La conceptualización, análisis formal de la obra o proyecto, investigación, elaboración, revisión y edición del manuscrito ha sido realizada íntegramente por su autor.